

*Etude des interactions entre services des écosystèmes**Rives, F.; Antona, M.; Aubert, S.; Carrière, S.; Ichaou, A.; Montagne, P.; Peltier R.; Sibelet, N.*Innovation and Sustainable Development
in Agriculture and FoodMontpellier – France
28 June – 1st July 2010

w w w . i s d a 2 0 1 0 . n e t

**ETUDE DES INTERACTIONS ENTRE SERVICES
DES ECOSYSTEMES****CONSEQUENCES DE LA CREATION DES MARCHES RURAUX
DE BOIS ENERGIE SUR UN SOCIO-ECOSYSTEME AU NIGER**

Fanny RIVES¹, Martine ANTONA², Sigrid AUBERT³, Stéphanie CARRIERE⁴,
Aboubacar ICHAOU⁵, Pierre MONTAGNE⁶, Régis PELTIER⁷, Nicole SIBELET⁸

¹ Unité de recherche Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement (Green),
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
(CIRAD)

TA C-47 / F. Campus international de Baillarguet. 34398 Montpellier Cedex 5 – France

fanny.rives@cirad.fr

² Unité de recherche Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement (Green),
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
(CIRAD)

TA C-47 / F. Campus international de Baillarguet. 34398 Montpellier Cedex 5 – France

martine.antona@cirad.fr

³ Unité de recherche Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement (Green),
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
(CIRAD)

TA C-47 / F. Campus international de Baillarguet. 34398 Montpellier Cedex 5 – France

sigrid.aubert@cirad.fr

⁴ Unité de recherche Dynamiques socio-environnementales et gouvernance des Ressources
(UR 199), Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

Centre IRD de Montpellier, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France

stephanie.carriere@ird.fr

⁵ Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN)

INRAN, BP 429, Niamey, Niger

ichaoua@yahoo.fr

⁶ Unité de recherche Biens et Services des Ecosystèmes Forestiers (BSEF), Centre de
Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)

Direction régionale du Cirad, Ampandrianomby, BP853, Antananarivo, Madagascar

pierre.montagne@cirad.fr

⁷ Unité de recherche Biens et Services des Ecosystèmes Forestiers (BSEF), Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) TA C-105/D, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5 – France regis.peltier@cirad.fr

⁸ Unité de recherche Innovation et Agriculture dans l'Agroalimentaire (Innovation), Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) 73 Rue Jean François Breton, TA C-85/15, 34398 Montpellier Cedex 5 – France nicole.sibelet@cirad.fr

Abstract — This paper aim to analyze the consequences of the creation of firewood rural markets in Niger. We made an assessment of the changes of interactions between ecosystem services linked with the creation of rural market. The study was based on interviews conducted at the local scale of the rural market of Nînpelima in order to assess the changes between 1980 and 2009. We define ecosystem services as an interaction between a social system and an ecological system. This definition allows us to characterize ecosystem services and the origins of their interactions. The synergies and trade-offs observed are the results of two types of interactions between ecosystem services: cooperation and competition. Rural markets rely on institutional and technical innovation at the national scale. These innovations affect the local scale. Although the creation of rural market aims essentially the service of firewood production, the interactions lead to changes of other ecosystem services. Management strategies have to take in account these interactions for that rural markets of firewood achieve their objective of sustainable management of the ecosystems as a whole.

Key words : Ecosystem services, Interaction, Firewood Rural Market, Driver of change, Competition, Cooperation

Résumé — Cet article propose une analyse des conséquences de la création des marchés ruraux au Niger au regard des changements des interactions entre services des écosystèmes. L'étude s'est basée sur des entretiens conduits à l'échelle locale du marché rural de Nînpelima pour évaluer les changements entre 1980 et 2009. L'analyse des services des écosystèmes en tant qu'interaction entre un système social et un système écologique permet de caractériser les conditions d'existence et l'origine des interactions entre services. Les synergies et compromis observés résultent d'interactions de type coopération et compétition entre services des écosystèmes. Les marchés ruraux s'appuient sur des innovations institutionnelles et techniques à l'échelle nationale qui se répercutent à l'échelle locale. Bien que la création des marchés ruraux visait essentiellement le service de production de bois énergie, les multiples interactions ont conduit à des changements au niveau de plusieurs services. Ces interactions doivent être prises en compte dans les stratégies de gestion pour que les marchés ruraux atteignent leurs objectifs de gestion durable des écosystèmes dans leur ensemble.

Mots clés : Service des écosystèmes, Interaction, Marchés ruraux de bois énergie, Facteur de changement, Compétition, Coopération

INTRODUCTION

Dès la fin des années 70, les risques de désertification et de rupture de l'approvisionnement des centres urbains en bois énergie ont influencé les politiques forestières dans les zones sahéliennes. Le transfert de gestion des ressources naturelles de l'Etat aux populations est l'une des stratégies adoptée par plusieurs pays pour faire face à ces risques (Bertrand, *et al.*, 2006, Gautier, *et al.*, 2008).

Au Niger, le transfert de gestion s'est traduit par la création de marchés ruraux de bois énergie (Montagne, *et al.*, 2006). Ces marchés sont des « *endroits où sont installés des structures organisées pour l'exploitation du bois à des fins commerciales hors des grandes agglomérations* » (République du Niger, 1992). L'objectif est d'assurer un approvisionnement durable des villes en bois énergie et une gestion durable des écosystèmes forestiers sahéliens (Mahamane, *et al.*, 1997). Les marchés ruraux s'appuient sur des innovations institutionnelles (décentralisation de la gestion des ressources naturelles, nouvelle fiscalité) et techniques (aménagement forestiers) au niveau national qui se répercutent à l'échelle locale.

Cet article s'interroge sur les changements induits par la création des marchés ruraux et leurs conséquences sur les socio-écosystèmes. Nous mobilisons la notion d'interaction entre services des écosystèmes (Bennett, *et al.*, 2009, Millenium Ecosystem Assessment, 2003) pour analyser les effets de ces changements.

Au niveau local, les socio-écosystèmes sahéliens se caractérisent par le multi-usage des ressources naturelles qui révèle l'existence d'une grande diversité de services des écosystèmes. Nous posons comme hypothèse que la gestion durable des écosystèmes passe par le maintien de la diversité des services des écosystèmes. Les effets de la création des marchés ruraux sur la production de bois énergie et sur les écosystèmes de brousse tigrée ont fait l'objet de plusieurs études (Djibo, *et al.*, 1997, Ichaou, 2005, Montagne, 1997). Cependant, les effets sur les autres services des écosystèmes restent peu étudiés. Le marché rural de N'inpelima, qui figure parmi les premiers créés en 1993, offre le recul nécessaire pour analyser les changements induits au niveau local par ces innovations.

1. LES INTERACTIONS ENTRE SERVICES DES ECOSYSTEMES DANS LA LITTERATURE

1.1. Le concept de service des écosystèmes

Bien que ses origines soient plus anciennes, le concept de service des écosystèmes (« *ecosystem services* ») est apparu dans les années 80 (Ehrlich, *et al.*, 1997). La littérature propose différentes définitions et typologies. La définition la plus répandue est la suivante : « *les services des écosystèmes sont les bénéfices que les hommes tirent des écosystèmes* » (Millenium Ecosystem Assessment, 2003). Hein (2006) propose une classification en 3 groupes: services de production (alimentation, bois et fibre, eau douce etc.), services de régulation (régulation du climat, purification de l'eau etc.) et services culturels (esthétiques, spirituels, etc.). Cette classification reprend celle proposée par le Millenium Ecosystem Assessment, en excluant les services de support (formation des sols, production primaire etc.).

Un des intérêts de ce concept est de lier les dynamiques sociales et les dynamiques écologiques (Carpenter, *et al.*, 2009, Maass, *et al.*, 2005). Alors que le système écologique est directement intégré dans la fourniture des services, la prise en compte du système social se fait de deux manières : 1) les services des écosystèmes existent uniquement car ils sont utilisés par l'homme ; 2) l'homme modifie l'écosystème et donc les services qu'il fournit (Bennett, *et al.*, 2009).

Ce concept peut être mobilisé pour comprendre les conséquences des modifications écologiques et sociales sur les socio-écosystèmes. Dans le domaine de la gestion durable, la compréhension des mécanismes à l'origine des changements des services des écosystèmes (SE) est indispensable pour adapter les stratégies de gestion. Ces

changements sont analysés au regard de certains facteurs d'origine environnementale ou sociale appelés « facteurs de changements » ou « drivers » en anglais (Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

1.2. Les relations entre services des écosystèmes

Nous considérons que la gestion des écosystèmes peut être considérée comme l'un des facteurs de changement. Les hommes gèrent les écosystèmes pour optimiser certains SE, parfois au détriment d'autres SE. En effet, plusieurs auteurs soulignent que les stratégies pour favoriser certains SE omettent souvent l'existence d'interactions entre les différents SE coexistant au sein d'un même paysage (Bennett, *et al.*, 2009, Rodriguez, *et al.*, 2006). Une interaction entre SE est définie comme « *une situation où la fourniture d'un service a un impact direct sur la fourniture d'un autre service* » (Bennett, *et al.*, 2009). Ces auteurs préconisent de considérer les compromis (« trade-off », un SE augmente et l'autre diminue) et les synergies (les 2 SE augmentent ou diminuent) qui s'établissent entre différents SE pour développer de nouvelles stratégies de gestion (Rodriguez, *et al.*, 2006).

Les relations entre SE ont été étudiées dans différents types d'écosystèmes et à différentes échelles spatiales et temporelles (Carpenter, *et al.*, 2009, Rodriguez, *et al.*, 2006). Ces études sont souvent basées sur les données d'occupation des sols et supposent une relation linéaire entre l'occupation des sols et la fourniture de services (Bennett, *et al.*, 2009, Nelson, *et al.*, 2009). Cependant, la dynamique des écosystèmes implique que l'occupation des sols ne peut pas prédire directement l'existence d'un service dans un espace donné (Koch, *et al.*, 2009). De plus, les effets des dynamiques sociales sur la fourniture des services sont ainsi sous-estimés.

Enfin, l'origine des relations entre SE - compromis ou synergies - n'est pas précisée. Bennett *et al.* (2009) proposent une typologie des relations entre SE basée sur les deux types de mécanismes qui causent ces relations : 1) les effets des facteurs de changement sur différents SE ; 2) les véritables interactions entre SE. A travers différents exemples, ces auteurs montrent que deux SE peuvent sembler interagir car ils sont affectés par un facteur de changement commun. Cette typologie fixe un premier filtre pour l'analyse des relations entre SE mais ne permet pas de caractériser les véritables interactions entre SE.

La majorité des études sur les interactions entre SE portent sur les interactions entre services de production et services de régulation (Bennett, *et al.*, 2009, Raudsepp-Hearne, *et al.*, Rodriguez, *et al.*, 2006). Ces interactions sont fréquentes car la plupart des SE de production reposent sur des SE de régulation (Carpenter, *et al.*, 2009). Cependant, la gestion des écosystèmes vise le plus souvent les SE de production. Nous nous intéresserons donc en particulier à l'analyse des interactions entre SE de production.

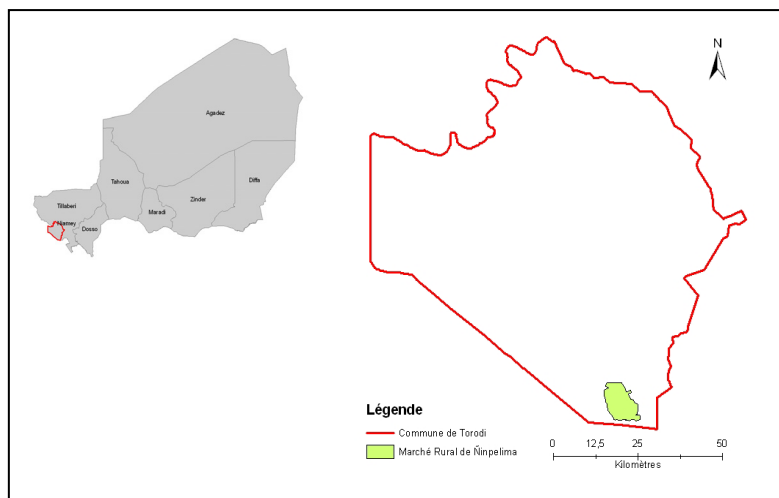
2. UNE NOUVELLE APPROCHE POUR CARACTERISER LES INTERACTIONS ENTRE SERVICES

2.1. Les marchés ruraux de bois énergie : un facteur de changement pour les services des écosystèmes

Au Niger, les marchés ruraux de bois énergie (MR) ont été officiellement reconnus par l'ordonnance 92-037 en 1992. Les innovations institutionnelles et techniques des politiques forestières concernent essentiellement le service de production de bois énergie.

D'un point de vue institutionnel, l'ordonnance 92-037 octroie l'exclusivité de l'exploitation du bois à titre commercial aux bénéficiaires des droits d'usage dans la zone de création du MR. Auparavant, ces droits étaient octroyés aux commerçants-transporteurs de bois via le paiement de droits de coupe. L'ordonnance 92-037 apporte aussi des modifications sur le plan fiscal. Les taxes sur le commerce du bois sont prélevées à la source par les MR et une part des recettes est destinée au village. D'un point de vue technique, les contrats établis avec les MR de type « orienté » fixent 3 principales règles d'exploitation : délimitation d'une forêt villageoise, quota annuel d'exploitation et exploitation exclusive de bois mort (Montagne, *et al.*, 1997).

Figure 1 : Localisation de la commune de Torodi et du marché rural de Nînpelima



A Nînpelima, un marché rural de type orienté a été créé en 1993 autour de 5 hameaux sur une surface de 8000 Ha environs. Ce village se situe dans le Sud-Ouest du Niger, à la frontière du Burkina Faso (Commune de Torodi, région de Tillabéry ; Figure 1).

Le climat, de type soudano-sahélien, se caractérise par l'alternance d'une saison sèche d'octobre à mai et d'une saison pluvieuse de juin à septembre. Les populations font partie des ethnies Gourmantché et Peulh. Le paysage est marqué par les conditions climatiques et

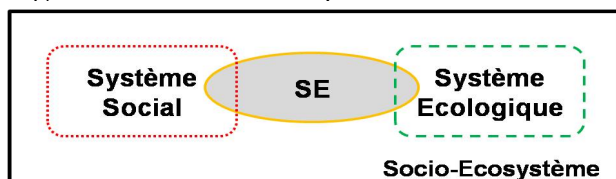
topographiques de la zone, (alternance de plateaux latéritiques et de bas fonds) et par les activités humaines (zones d'écosystèmes cultivés et non cultivés). Les principales activités sont l'agriculture et l'élevage. En complément, les villageois utilisent une grande diversité de produits forestiers non ligneux (légumes-feuilles, fruits, gomme arabique etc). Ces différentes pratiques révèlent l'existence d'une grande diversité de services des écosystèmes dans cette zone, qui interagissent potentiellement et peuvent évoluer face au facteur de changement « création d'un marché rural ».

2.2. Les services des écosystèmes en tant qu'interactions entre un système social et un système écologique

Intégrer les dynamiques sociales aux même titre que les dynamiques écologiques comme éléments endogènes de la fourniture de SE permet de préciser les conditions d'existence des SE. Les SE sont analysés à une échelle locale (échelle du marché rural) car ils dépendent des conditions écologiques et sociales du contexte local. Un même système écologique ne fournira pas forcément les mêmes SE dans deux contextes sociaux différents.

Nous considérons un socio-écosystème composé d'un système écologique et d'un système social dont les interactions sont les services des écosystèmes (Figure 2). Par exemple, l'existence du service de production de bois énergie dépend de paramètres sociaux et

Figure 2 : Schéma conceptuel du socio-



SE = Services des écosystèmes

écologiques. Le système écologique fournit des espèces productrices de bois combustible et des capacités de régénération de ces espèces. Le système social fournit des utilisateurs du bois combustible, des règles et des techniques d'exploitation.

Cette approche permet d'insister à la fois sur les conditions écologiques et sur les conditions sociales d'existence du SE dans un lieu et à un moment donné.

2.3. La caractérisation des services

Les SE ont été identifiés à partir de la bibliographie et des entretiens effectués auprès des villageois et des acteurs institutionnels (services forestiers, commune). Seuls les SE reconnus localement ont été considérés (le stockage de carbone, par exemple, n'est pas pris en compte). Pour chaque SE les éléments du système écologique et du système social qui

conditionnent son existence ont été analysés (Tableau 1). Les SE ont été caractérisés quantitativement, par leur localisation géographique et par leur utilisation.

Tableau 1 : Eléments pris en compte dans l'analyse des services des écosystèmes (SE)

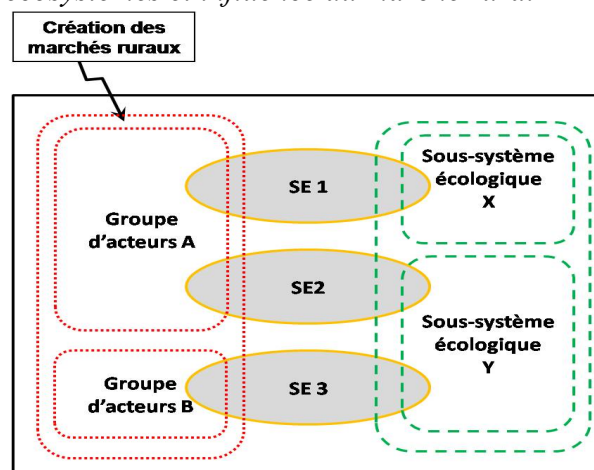
	Système social	Système écologique
Eléments de structure	Groupes d'acteurs Pratiques des acteurs	Sous-systèmes écologiques Espèces Sol
Eléments de dynamique	Type d'utilisation Marché Réglementation Droits de propriété Démographie	Régénération des espèces Régénération des éléments (feuilles, bois...) Climat

2.4. Interactions entre services et effets de facteurs de changement

Chaque SE dépend de certains éléments du système social (groupe et pratiques d'acteurs) et de certains éléments du système écologique (sous-système écologique, espèce, et sol). Le partage d'éléments du système écologique ou du système social entre plusieurs SE crée l'opportunité d'interactions entre SE (Figure 3).

La création des marchés ruraux modifie directement le système social. En tant qu'interactions entre le système écologique et le système social, avec la création du MR, certains SE sont susceptibles de changer et de modifier des dynamiques écologiques. Comme les SE partagent certains éléments du système social et/ou du système écologique, les modifications des dynamiques écologiques et sociales sont à leur tour susceptibles d'induire des changements sur les interactions entre SE.

Figure 3 : Interactions entre services des écosystèmes et influence du marché rural



L'analyse des changements a donc été effectuée à l'échelle de chaque SE et au regard des véritables interactions entre SE. Pour évaluer les conséquences de la création des marchés ruraux, l'étude porte sur la période 1980-2009. Les interactions considérées sont la compétition et la coopération entre SE. En écologie, la compétition « désigne une situation dans laquelle une ressource n'est pas disponible en quantité suffisante soit pour deux individus de la même espèce soit pour deux populations d'espèces différentes » et la coopération désigne un cas où « des organismes vivants peuvent s'associer entre eux et en tirer un bénéfice réciproque, même s'ils peuvent se développer indépendamment » (Ramade, 2003). Appliqué aux SE, la compétition aboutit à la raréfaction d'un (compromis) ou des deux SE (synergie) en interaction et la coopération aboutit au développement des deux SE (synergie).

3. CONSEQUENCES DE LA MISE EN PLACE DU MARCHÉ RURAL DE NINPELIMA SUR LES SERVICES DES ECOSYSTEMES ET LEURS INTERACTIONS

3.1 Identification et caractérisation des services

3.1.1. Liste des services du socio-écosystème de Ñinpelima

Dans le socio-écosystème de Ñinpelima, douze SE de production, 2 SE de régulation et 2 SE culturels ont été identifiés (*Tableau 2*). Ces SE ont été identifiés avec les acteurs locaux sur la base des usages liés aux différents écosystèmes.

Tableau 2 : Liste des SE de Ñinpelima selon la classification de Hein (2006)

Services de production	Services de régulation	Services culturels
Production agricole	Fertilisation des sols	Habitat pour les génies
Production de bétail	Protection des sols contre l'érosion	Apport d'ombre
Production de bois de service		
Production de bois énergie urbain		
Production de bois énergie rural		
Production de feuilles alimentaires		
Production de fruits alimentaires		
Production de gomme arabique		
Production de miel		
Production de substances médicinales		
Production de viande de brousse		

Source : bibliographie et entretiens, 2009

3.1.2. Eléments du système écologique et du système social qui contribuent aux services

Une typologie des sous-systèmes écologiques a été effectuée selon des critères géomorphologiques et floristiques. Le système écologique a été divisé en 6 sous-systèmes qui présentent des caractéristiques homogènes à l'échelle du paysage : brousse tachetée, savane arborée, culture sous parc, formation ripicole, formation de bas fonds et verger. Compte tenu des activités humaines (notamment l'agriculture itinérante sur brûlis) ces sous-systèmes sont dynamiques dans le temps et dans l'espace. Chaque sous-système contribue à un ou plusieurs SE (*Tableau 3*).

Tableau 3 : Liens entre les sous-systèmes écologiques et les services de production dans le Socio-écosystème de Ñinpelima

Services	Sous-système écologique					
	Brousse	Savane	Culture	Ripisylve	Bas-fond	Verger
Production agricole			X			
Production de bétail	X	X	X	X	X	
Production de bois de service	X	X			X	
Production de bois énergie urbain	X	X				
Production de bois énergie rural	X	X			X	
Production de feuilles alimentaires	X	X	X		X	
Production de fruits alimentaires	X	X	X	X	X	X
Production de gomme arabique	X	X				
Production de miel			X	X	X	
Production de substances médicinales	X	X	X		X	
Production de viande de brousse	X	X				

Source : entretiens et observations, 2009

Pour le système social, une typologie des groupes d'acteurs a été effectuée selon les services mobilisés et selon la dépendance des acteurs vis-à-vis de ces SE. Au niveau local, 7 groupes d'acteurs ont été identifiés : les Gourmantché bûcherons (BûchG), les Gourmantchés collecteurs de produits forestiers non ligneux (CollG), les Gourmantchés éleveurs (ElevG), les Gourmantchés uniquement agriculteurs (AgriG), les Peuls uniquement éleveurs (ElevP), les Peuls agriculteurs (AgriP) et les femmes Peuls (FemP). Bien qu'il existe des intermédiaires entre ces catégories (certains collecteurs sont aussi bûcherons), la typologie a été établie en fonction des SE dominants pour chaque groupe.

Tableau 4 : Liens entre les groupes d'acteurs et les services de production dans le socio-écosystème de Ñinpelima

Services	Acteurs directs
----------	-----------------

	BûchG	CollG	ElevG	AgriG	ElevP	AgriP	FemP
Production agricole	X	X	X	X		X	X
Production de bétail			X		X		X
Production de bois de service	X	X	X	X	X	X	
Production de bois énergie urbain	X						
Production de bois énergie rural		X		X			X
Production de feuilles alimentaires		X					X
Production de fruits alimentaires		X					X
Production de gomme		X					
Production de miel		X					
Production de substances médicinales	X	X	X	X	X	X	?
Production de viande de brousse	X	X	X	X	?	?	?

Source : entretiens 2009

3.2 Les interactions entre SE changent avec la création du Marché rural

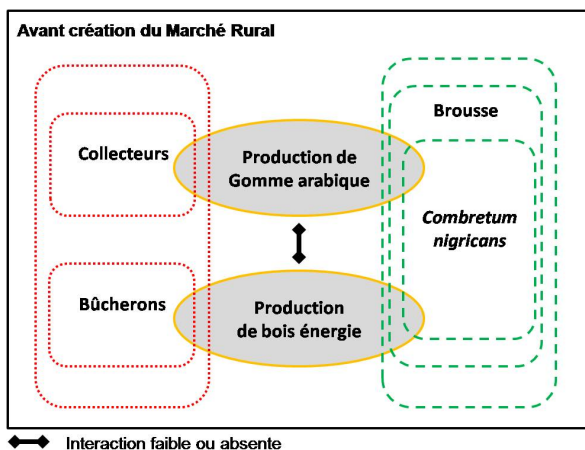
Le *Tableau 3* et le *Tableau 4* indiquent des interactions potentielles entre SE qui dépendent d'éléments communs du système écologique et du système social. Ces interactions ont subi des changements avec la création du marché rural.

Nous illustrerons les changements d'interactions liés à la création du marché rural par deux exemples. Le premier exemple illustre l'apparition de nouvelles interactions entre le SE de production de bois énergie et le SE de production de gomme suite à la création du MR. Le second exemple illustre des changements d'interactions entre les SE de production de bois énergie, de production agricole et de production de bétail.

3.2.1 Emergence d'interactions entre services des écosystèmes avec la création du Marché Rural

Avant la création du marché rural de Nînpelima, les SE de production de bois énergie et de gomme n'interagissaient pas bien qu'ils dépendent du même sous-système écologique (Brousse) et de la même espèce (*Combretum nigricans*, *Combretaceae*).

Figure 4 : Absence d'interaction entre SE dépendants de la même espèce (Exemple 1)



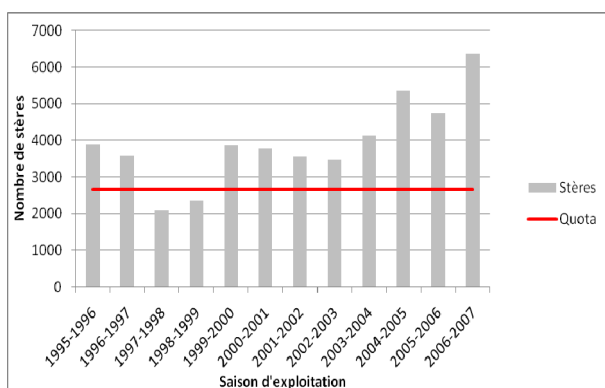
Les grandes sécheresses sahéniennes de 1974 et 1984 avaient entraîné la mort de nombreux arbres. Le bois mort, et notamment celui de *Combretum nigricans* était disponible en quantité. Ainsi, le SE de production de bois énergie dépendait essentiellement du bois mort de *Combretum nigricans*. La gomme, quant à elle, est un exsudat produit dans cette zone par les tiges vivantes de *Combretum nigricans*. Ainsi, les dynamiques écologiques à long terme de *Combretum nigricans* limitaient les interactions entre ces deux SE.

La création du marché rural a modifié le système social. L'exclusivité de l'exploitation de bois octroyée aux villageois a modifié les groupes d'acteurs qui exploitent le bois énergie. Les bûcherons de Niamey ont été exclus et les commerçants-transporteurs sont devenus de simples acheteurs de bois. La création du MR a aussi introduit un nouvel acteur : la Structure Locale de Gestion (SLG) est une organisation de type associatif chargée de la vente du bois pour le compte de ses membres et du suivi de l'exploitation. La mise en place de cette structure et le changement de rôle des commerçants transporteurs ont contribué à l'augmentation du prix du bois de 500 Fcfa/ stère en 1989 à 1500-2000 Fcfa/ stère en 2009. Cette hausse de prix et les modifications institutionnelles ont favorisé l'augmentation du nombre de bûcherons locaux depuis la création du marché rural. En 1995, 13 bûcherons

étaient recensés dans le marché rural contre 45 en 2000 (d'après le cahier de gestion de la SLG).

L'augmentation du nombre de bûcherons s'est combiné à d'autres facteurs (augmentation de la demande en bois, accessibilité du marché rural) et a contribué à augmenter la quantité de bois exploité dans la zone de Ñinpelima (Figure 5). Celle-ci a augmenté malgré les normes techniques introduites pour limiter l'exploitation (quota, interdiction d'exploiter le bois vert, délimitation de la forêt). Le contexte social a limité les effets de ces normes. Les contrôles

Figure 5 : Quantité de bois exploité sur le MR de Ñinpelima entre 1995 et 2007



Source : cahier de gestion de la SLG de Ñinpelima

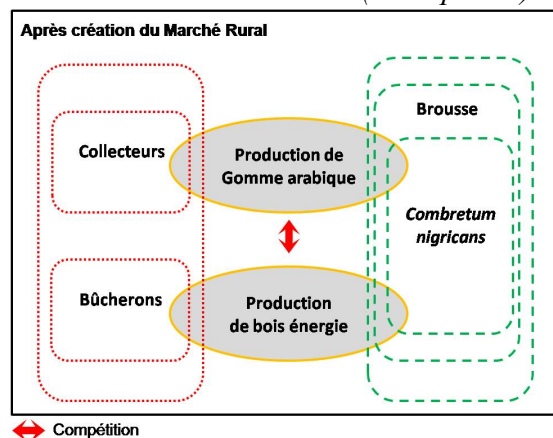
par les services forestiers étaient rares ; le non respect du quota pour l'exploitation du bois mort a été négocié entre les SLGs et les services forestiers ; et l'exploitation du bois vert a été implicitement tolérée par les agents forestiers.

L'augmentation de l'exploitation du bois, liée aux modifications des dynamiques sociales, a conduit à une disparition du bois mort. Ainsi, depuis 2004, seul le bois vert de *Combretum nigricans* - et d'autres espèces - participe à la production de bois énergie. Le sous-système écologique de brousse a ainsi été modifié : le bois mort a disparu et le diamètre moyen des tiges de bois vert a diminué.

Ces modifications du système écologique ont entraîné une diminution de la production de gomme car celle-ci dépend des tiges vivantes de *Combretum nigricans* ayant atteint un diamètre minimum. La diminution des diamètres de bois vert de *Combretum nigricans* s'est donc traduit par l'émergence d'une compétition entre la production de bois énergie et la production de gomme (Figure 6).

Cette compétition est surtout perçue par les femmes Gourmantchés, principales collectrices de gomme. Parmi 29 femmes interrogées à ce sujet, 69% perçoivent une diminution de la production et 34 % ont changé de lieu de récolte. La quantité de gomme récoltée (évaluée en nombre de tasses) a diminué selon elles de 17 à 71 % entre 1990 et maintenant.

Figure 6 : Interaction négative entre SE liée à la création du marché rural (Exemple 1b)



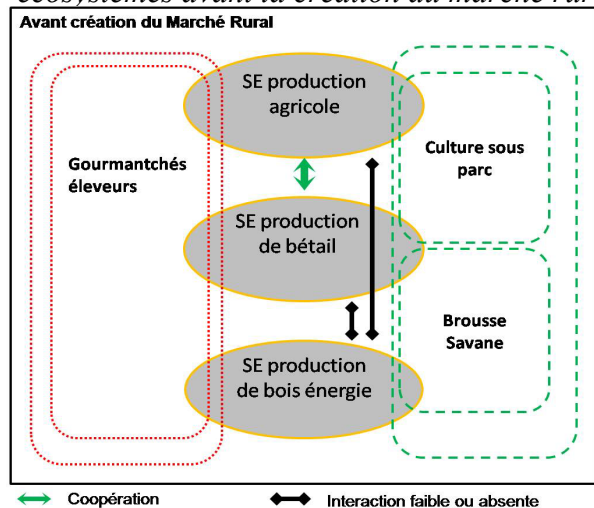
3.2.2 Changements d'interactions entre services des écosystèmes avec la création du marché rural

La création du marché rural a changé les interactions entre SE de production agricole, de production de bois énergie et de production de bétail. Parmi eux, le SE de production de bétail a une dynamique particulière. En effet, le SE de production de bétail se développe de deux façons: (1) la fourniture de fourrage de qualité par les dynamiques écologiques contribue à l'augmentation du taux d'accroissement du bétail; (2) la fourniture de revenus par les dynamiques sociales favorise l'acquisition d'animaux.

Avant la création du MR, seuls les SE de production agricole et de production de bétail interagissaient (Figure 7). La coopération entre ces deux SE était liée à des dynamiques écologiques et à des dynamiques sociales. Concernant les dynamiques écologiques, ces deux SE dépendaient des mêmes sous-systèmes écologiques (Culture sous parc) et des

mêmes espèces (mil, sorgho). Les dynamiques écologiques à court terme favorisaient la coopération entre ces deux SE dans les cultures sous parc. En saison des pluies, la production agricole était assurée par les formations de culture sous parc et les bergers éloignaient le bétail de ces zones. La production de bétail dépendait des brousses et des savanes. Après la récolte, le bétail était conduit dans les cultures sous parc et consommait les tiges de céréales laissées sur place. Ainsi le SE de production agricole participait au développement du SE de production de bétail. Inversement, lorsqu'il pâturait dans les champs, le bétail apportait du fumier. Le SE de production de bétail participait au développement du SE de production agricole par le biais du SE de fertilisation des sols.

Figure 7 : Interactions entre 3 services des écosystèmes avant la création du marché rural

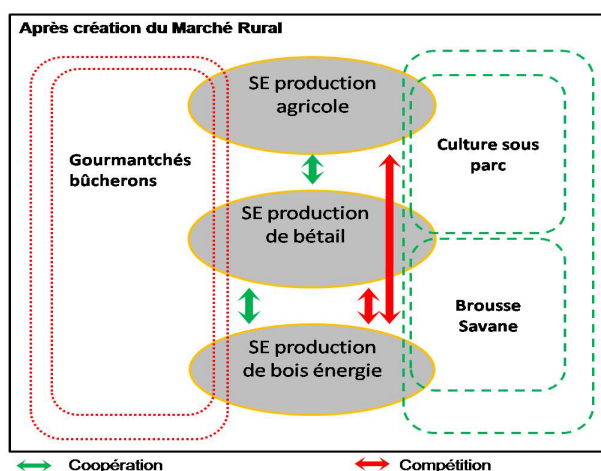


Concernant les dynamiques sociales, ces deux SE interagissaient par le biais des revenus issus de l'agriculture et de l'élevage. Les années où les récoltes étaient bonnes l'augmentation de la production agricole favorisait l'augmentation de la production de bétail via l'achat d'animaux. Les années où les récoltes étaient mauvaises, la diminution de la production agricole favorisait la diminution de la production de bétail via la vente d'animaux pour acheter des céréales. La synergie observée entre le SE de production agricole et le SE de production de bétail résulte d'une coopération entre les deux SE et de l'effet d'un facteur de changement commun. Les aléas climatiques affectent les deux SE.

Les années de sécheresse, la production agricole diminue et les cheptels sont affectés par le manque de fourrage. Ainsi, les 2 SE se raréfient conjointement.

Avec la création du MR, la nature et l'importance des interactions entre SE de production agricole, de production de bétail et de production de bois énergie ont changé (Figure 8). Concernant les dynamiques écologiques, le développement de l'exploitation du bois vert a conduit à l'émergence d'une compétition entre le SE de production agricole et le SE de production de bois énergie. Les paysans soulignent que le prélèvement du bois vert dans des zones potentiellement cultivables, et notamment lors de la préparation des champs, limite la fertilisation des sols. En effet, le bois prélevé pour la vente diminue la quantité de biomasse brûlée pour fertiliser le sol. Le développement du SE de production de bois énergie a ainsi conduit à la diminution de qualité du SE de production agricole via le SE de fertilisation des sols. Une compétition a aussi émergé entre le SE de production de bois énergie et le SE de production de bétail. En effet, l'exploitation du bois vert mobilise des espèces productrices de fourrage aérien pour le bétail. *Combretum nigricans* est l'une des principales espèces citée comme productrice de fourrage aérien.

Figure 8 : Interactions entre 3 services des écosystèmes après la création du marché rural



Concernant les dynamiques sociales, le développement du SE de production de bois énergie a conduit au développement du SE de production de bétail. En effet, les bûcherons

investissent l'argent issu de la vente du bois dans l'élevage. L'achat d'animaux est le 2ème type d'utilisation sur 7 de l'argent issu du bûcheronnage cité par les bûcherons; 39% des bûcherons le citent en réponse à la question « à quoi sert l'argent du bois ? ». Ceci s'est traduit par l'émergence d'une coopération entre le SE de production de bois énergie et le SE de production de bétail. Par ailleurs, l'augmentation de l'exploitation de bois énergie a diminué les synergies en cas de mauvaise récolte entre le SE de production agricole et le SE de production de bétail. Depuis la création du MR, en cas d'insuffisance alimentaire, l'argent pour l'achat de céréales provient essentiellement de la vente de bois (1^{er} type d'utilisation sur 7) et les animaux sont rarement vendus.

Les interactions entre le SE de production de bois énergie et le SE de production de bétail liées aux dynamiques écologiques et aux dynamiques sociales sont donc de nature différente (compétition et coopération). Néanmoins, d'après les entretiens réalisés auprès des paysans, la combinaison de ces interactions résulte en une synergie entre les SE de production de bois énergie et de production de bétail, qui se développent conjointement. En effet, l'achat d'animaux et la diminution de la vente en période de soudure ont conduit à une augmentation des cheptels, malgré la diminution de la qualité du fourrage aérien liée à l'exploitation du bois.

4. DISCUSSION

Cette étude apporte des éléments de discussion sur trois principaux aspects de l'analyse des relations entre services des écosystèmes : les conditions de la fourniture des services, les interactions à l'origine des relations entre services et l'impact des facteurs de changement.

4.1 Considérer les dynamiques écologiques et sociales dans la fourniture des services

La caractérisation des SE à partir des sous-systèmes écologiques (*Tableau 3*) et des groupes d'acteurs caractérisés par des pratiques propres (*Tableau 4*) montre que certains sous-systèmes écologiques et certains groupes d'acteurs interagissent au travers de plusieurs SE. Le sous-système écologique brousse, par exemple, contribue à la production de nombreux SE. Néanmoins, la cohabitation entre différents SE ne prédit pas directement des interactions entre ces SE. Nos exemples ont montré que les interactions entre SE dépendent des dynamiques écologiques et sociales. Avant la création du MR, les SE de production de bois énergie et de production de gomme, dépendants de la même espèce n'interagissaient pas en raison des dynamiques écologiques à long terme. Les SE de production agricole et de production de bétail, dépendants d'espèces communes, coopèrent en raison des dynamiques écologiques à court terme. Certaines interactions entre SE ne sont pas liées au fait qu'ils dépendent des mêmes sous-systèmes écologiques mais à des dynamiques sociales. La coopération entre le SE de production de bétail et de production de bois énergie est liée aux dynamiques sociales de vente de bois.

Ces résultats sont cohérents avec les études qui suggèrent qu'il n'y a pas de relation directe entre l'occupation des sols et la fourniture de SE (Koch, *et al.*, 2009, Nelson, *et al.*, 2009). En effet, certains SE dépendant des mêmes sous-systèmes écologiques n'interagissent pas car la fourniture de SE n'est pas continue dans le temps et dans l'espace.

4.2 Caractériser les interactions à l'origine des compromis ou des synergies

Le deuxième exemple a montré que les compromis ou les synergies observés entre SE résultent d'interactions multiples et parfois divergentes. La synergie observée entre le service de production de bois énergie et le service de production de bétail résulte en fait de la combinaison d'une coopération liée à des dynamiques sociales (achat de bétail) et d'une compétition liée à des dynamiques écologiques (diminution de la qualité de la ressource fourragère). Au delà de la distinction entre interactions véritables et relations liées à des facteurs de changement communs proposée par Bennet et al (2009), cet exemple illustre la nécessité de caractériser les véritables interactions entre SE et d'analyser leurs origines. En effet, le développement observé de ces deux SE suite à la création du MR témoigne d'un

enrichissement des acteurs locaux grâce à l'exploitation du bois. Cependant, l'identification d'une compétition entre ces 2 SE incite à être vigilant sur la diminution de qualité du fourrage liée à l'exploitation de certaines espèces pour la production de bois énergie.

La caractérisation des SE en tant qu'interaction entre un système écologique et un système social permet de préciser l'origine des véritables interactions entre SE. Cette approche intégrant dynamiques sociales et dynamiques écologiques est préconisée dans les travaux sur les SE (Bennett, *et al.*, 2009, Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

4.3 Identifier les différents facteurs de changement

L'étude des différents SE a montré que la création des marchés ruraux a entraîné des changements sur les SE et sur leurs interactions. En effet, la modification du système social entraîne directement des changements sur le SE de production de bois énergie. Ces changements ont des conséquences sur les autres SE via les modifications des dynamiques écologiques, par exemple la diminution des diamètres de bois vert de *Combretum nigricans* et des dynamiques sociales, par exemple l'enrichissement des bûcherons. La création du marché rural a représenté un facteur de changement pour une grande partie des acteurs locaux. Ils identifient les changements dans leurs activités, dans leurs pratiques et dans leur niveau de vie, qu'ils attribuent à la création du marché rural. Néanmoins, le facteur de changement « création des marchés ruraux » n'agit pas de façon isolée. La plupart des modifications du système social (exclusivité d'exploitation, augmentation des revenus) sont directement liées à la création du marché rural, mais d'autres facteurs de changements sociaux, intervenant à une échelle plus large, agissent sur l'augmentation de l'exploitation du bois énergie. L'augmentation de la demande urbaine en bois énergie et les modifications de l'état de la route représentent aussi des facteurs de changements susceptibles d'agir sur les quantités de bois exploité. L'identification des changements strictement liés à la création des marchés ruraux nécessiterait de conduire la même étude dans des zones sans MR, avec des conditions écologiques et sociales similaires à celles de Nînpelima. Ces cas d'étude sont difficiles à trouver.

CONCLUSION

Cette étude visait à comprendre les effets des dispositifs de transfert de gestion des ressources naturelles sur les socio-écosystèmes. L'approche par les interactions entre SE offre un nouveau regard pour conduire cette analyse. Nos résultats montrent que, suite à la création du marché rural de Nînpelima, le SE de production de bois énergie s'est développé et a favorisé le développement d'autres SE comme la production de bétail. Cette synergie résulte de l'augmentation des revenus des ménages, conséquence de la création des marchés ruraux. Néanmoins, d'autres SE tel que la production de gomme ont diminué. Cela suggère que les innovations introduites par les marchés ruraux ont un effet sur le SE visé (production de bois énergie) mais aussi sur d'autres SE en raison des interactions entretenues entre ces services. Les innovations institutionnelles à l'échelle nationale sont des adaptations pour lutter contre la désertification et la dégradation des écosystèmes sahéliens. A l'échelle locale, elles représentent un facteur de changement qui modifie différentes interactions entre SE. Ces effets sur les différents SE doivent être pris en compte pour améliorer les dispositifs de transfert de gestion. Dans un contexte où les acteurs et les usages liés aux écosystèmes forestiers sont divers, les stratégies de gestion doivent intégrer les interactions entre SE pour atteindre leurs objectifs de gestion durable des écosystèmes dans leur ensemble.

REFERENCES

Bennett E.M., Peterson G.D., et al. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services, *Ecology Letters*, Vol. 12, n° 12, pp 1394-1404.

Bertrand A., Montagne P. 2006. "Les difficiles mutations des politiques forestières : d'une gestion autoritaire et exclusive vers une politique publique intégrée", In: Bertrand A., Montagne P., Karsenty A., *L'état et la gestion locale durable des forêts en Afrique francophone et à Madagascar*, L'Harmattan, pp 37-53.

Carpenter S.R., Mooney H.A., et al. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 106, n° 5, pp 1305-1312.

Djibo H., Montagne P., et al. 1997. "L'aménagement villageois sylvo-pastoral de la formation de brousse tachetée de Tientiergou (arrondissement de Say, Niger)", In: D'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens - Paris : J. Libbey Eurotext*, 1997, pp 203-215.

Ehrlich P., Mooney H.A. 1997. "Ecosystem services: a fragmentary history", In: Daily G.C., *Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems*, Island Press, pp 11-19.

Gautier D., Hautdidier B., et al. 2008. "Le marché rural de bois au Mali à l'épreuve du temps : une innovation en friche", In: Méral P., Castellanet C., Lapeyre R., *La gestion concertée des ressources naturelles : l'épreuve du temps*, Karthala, pp 67-84.

Hein L., van Koppen K., et al. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services, *Ecological Economics*, Vol. 57, n° 2, pp 209-228.

Ichaou A. 2005. Capitalisation des outils techniques et méthodologiques développés par le PAFN pour la mise en gestion des principales formations forestières nigériennes. Niger: Projet d'aménagement des forêts naturelles. Ministère de l'hydraulique, de l'environnement et de la lutte contre la désertification., 56 p.

Koch E.W., Barbier E.B., et al. 2009. Non-linearity in ecosystem services: temporal and spatial variability in coastal protection, *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 7, n° 1, pp 29-37.

Maass M.J., Balvanera P., et al. 2005. Ecosystem Services of Tropical Dry Forests: Insights from Longterm Ecological and Social Research on the Pacific Coast of Mexico, *Ecology and Society*, Vol. 10, n° 1, pp 23.

Mahamane L.E., Montagne P. 1997. "Les grands axes stratégiques du Projet Energie II. Volet offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger", In: D'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens* J Libbey Eurotext, pp 155-167.

Millenium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Washington, 245 p.

Montagne P. 1997. "Les marchés ruraux de bois-énergie : outils de développement rural local", In: D'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*, J. Libbey Eurotext, pp 2 p.

Montagne P., Bertrand A. 2006. "Histoire des politiques forestières au Niger, au Mali et à Madagascar", In: *L'état et la gestion locale durable des forêts en Afrique francophone et à Madagascar*. - Paris : L'Harmattan, pp 54-83.

Montagne P., Housseini M., et al. 1997. "Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : le mode de développement", In: D'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens* J. Libbey Eurotext, pp 169-184.

Nelson E., Mendoza G., et al. 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales, *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 7, n° 1, pp 4-11.

Ramade F. 2003. *Eléments d'écologie : écologie fondamentale*, Paris, Mc graw-hill, 403 p.

Raudsepp-Hearne C., Peterson G.D., et al. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 107, n° 11, pp 5242-5247.

République du Niger. 1992. Ordonnance n° 92-037 du 21 août 1992, portant organisation de la commercialisation et du transport de bois dans les grandes agglomérations, et la fiscalité qui lui est applicable. In 92-037. Niamey: 10.

Rodriguez J.P., Beard T.D., et al. 2006. Trade-offs across Space, Time, and Ecosystem Services, *Ecology and Society*, Vol. 11, n° 1, pp 14.